

# 第1届全国离岸工程及海洋资源开发 学术讨论会海洋动力学论文述评

中国科学院力学研究所 晏名文

中国海洋工程学会召开的题中所述讨论会于1981年11月19--21日在广州召开。会上宣读的关于海洋动力学的报告约21篇，涉及海浪、波载和冰载等问题。这些报告的内容简要述评如后。

海浪方面研究的重点是浅水波、近海结构物设计海况和特定海域的海浪统计分析。

侯国本、李桐槐的“在水气界面上风速、风应力与表面粗糙的相似性”一文，利用海面实测风速分布的对数律及风浪水槽中测量的风速分布数据，根据流体力学的相似准则，导出如下普适表达式：

$$U_p^2 = \frac{U_{*m}^2}{C_p \exp \left[ C_p^{-1/2} - \frac{U_m}{U_{*m}} - 11.5 \right] k}$$

式中  $U_p$  为海面上风速； $U_m$  为风浪槽中水面以上10厘米处风速； $U_{*m}$  为风浪槽中应力速度； $k=0.4$ ；当  $U_p > 15$  米/秒时， $C_p = 2.6 \times 10^{-3}$ 。应用此公式可将海面上实际风速分布同风浪水槽中的模拟风速分布相互换算。作者们将此表达式称为风速、风应力与液体表面粗糙度的相似性。通过这种相似性可进一步探讨海上和风浪水槽中的风浪谱、风浪要素和风浪作用力之间的相似性。应该指出的是，报告中没有明确指出上述公式的适用范围，而且其它相似性的建立更为困难。汪炳详在“波群的波向线”一文中，提出两列正弦波叠加的如下几何群速表达式：

$$U = \frac{\omega_1 - \omega_2}{k_1 - k_2} (1 - \sin \xi) = \frac{C_1 C_2 (T_2 - T_1)}{C_2 T_2 - C_1 T_1} (1 - \sin \xi)$$

式中  $\omega_1$ ,  $\omega_2$ ,  $k_1$ ,  $k_2$ ,  $C_1$ ,  $C_2$  和  $T_1$ ,  $T_2$  分别为组成波的圆频率、波数、相速和周期； $\xi$  为波群传播方向与组成波的平均方向之间的夹角。文中按照上述群速表达式，根据 Fermat 原理导出平面笛卡儿直角坐标系和球面坐标系中的两列正弦波叠加而成的波群的波向线微分方程。前者适用于小海域，后者适用于大海域。用数值计算例子说明几何群速传播和以同线群速传播的波群波向线之间的差异，以及它们各自与单色波的差别。要提到的是，文中对波群的处理是不够严格的，只能阐明某些特殊情况下的海浪性质。范顺庭、王以谋等“海浪波高近似计算的一个方法——二次曲线逼近法”一文的基本点，是利用观测到的海浪峰谷附近的离散值拟合峰谷处的海浪廓线，找出极值，然后算出波高。拟合海浪廓线时，采用一元三点插值法。具体计算时，先把一列离散数据经中心化处理，然后求得它们的局部最大值和最小值。通过这些值算出极值，从而求得波高。统计表明，这种波高近似值与实测波高相差很小。范等的报告讨论了计算误差、关于零线的选取对计算波高的影响、上跨零波高值和下跨零波高值的差别等问题。邱大洪在“椭圆余弦波在工程上的应用”一文中，利用这种理论的结

果, 计算了浅水波的水面流速和水底流速, 并将这些值同微幅波理论的相应结果进行了比较. 发现二者相差甚大. 该报告给出了用椭圆余弦波理论计算波浪在浅水中传播时的变形(即波高浅水系数和波长浅水系数)的程序框图. 将按此程序计算得到的结果同微幅波理论作了比较, 得到了一些有实际意义的结论. 文中提供了计算椭圆余弦波要素的关系曲线. 此外对于不同相对直径, 根据 Morison 方程计算了孤立墩柱上的波浪力. 应该提到, 用椭圆余弦波理论描述波浪流速场的精确度尚待实验确定. 张经汉在“单一底坡破碎波浪的若干特性”一文中, 根据我国南海陵水湾的破碎波浪的实测资料, 基于一般水波公式和孤立波理论, 建立了近岸破碎波浪与外海波浪在外观特征方面的定量关系, 从而利用外海的波浪要素, 直接求得与海上建筑物有密切关系的破碎波浪要素: 破碎波高、破碎波长和破碎水深. 文中对结果进行了讨论.

在海浪统计分析方面, 有几篇解决实测实算问题的文章. 李少英“海浪平稳随机过程的某些参数估计”一文, 假定海浪遵循正态分布, 且有各态历经性, 认为可用单个观测到的时间历程记录, 来测定海浪平稳随机现象的特性. 据此探讨了海浪观测记录的时间尺度选择问题. 他从海浪波高样本的某些参数特性出发, 确定样本函数的较佳估计量所对应的时间尺度为平均周期的 150—180 倍, 并以此作为分析海浪观测记录的时间尺度. 李少英在“南海近岸区波浪计算的若干问题”一文中, 提出适合我国南海近岸区特点的一些半经验半理论公式, 并针对不同的陆岸条件, 对近岸波浪的计算采取不同的处理方法, 以便适合我国南海海域地形复杂, 港湾岛屿繁多的特点. 文中着重分析讨论风与浪的相关分析、由风频推算浪频、极值波浪计算、波浪经多岛屿的绕射、近岸区破碎波浪的计算以及近岸浅海波浪的预报, 等等. 徐文铨在“海域能量谱与离岸工程”一文中, 从某海域的能量谱出发, 讨论对海上建筑物固有自振频率的要求, 亦即从共振角度对建筑物提出要求. 用相关函数法介绍海域的能量谱求法及其公式, 并对某海域进行实际测量和计算, 给出各种情况下的曲线, 指出最大能量时的海浪周期, 为离岸工程设计建筑物时考虑其自振频率提供依据.

在设计海况分析和海洋环境资料方面有几篇较有意义的文章. 韩立祝“海洋和海岸工程中与设计波高相应的波周期的推算方法”一文, 讨论了有因次方法、无因次方法和理论方法, 并列了算例. 吴碧君在“桩柱结构物应力计算时波浪周期选择范围的探讨”一文中, 经过浅水风浪特征波周期之间的关系以及各种特征波周期计算方法的分析比较, 认为最大三分之一波高(即有效波高)对应的周期比较稳定, 且接近海浪的显著部分, 故此周期可作为设计周期. 吴磊、王以谋等“渤海石油平台海洋环境资料的收集分析”一文, 介绍了 1965 年以后在平台调查船上测量渤海环境要素, 包括风、海流、潮汐、海浪和海冰等的测量方法和部分分析结果, 后者包括最大风速和最大波高的计算、波力分析、海冰的物理性质及其对桩柱作用力的确定. 波力分析采用单一波分析法和波谱法. 观测计算表明, 渤海浮冰漂流主要受潮流影响. 通过观察看到, 浮冰对桩柱的作用形式主要是挤压破裂. 浮冰作用力同冰厚、抗压破断强度、漂流速度、桩柱直径及冰与桩柱间的摩擦、撞击、挤压过程有关. 还测得渤海浮冰的其它可贵数据. 张庆曙“连云港近岸水工建筑物设计中风和浪资料的分析与应用”一文, 对当地风况波况资料进行了分析, 并扼要叙述了上述资料的应用. 文中还探讨了在破波带内泥沙运动的能量来源. 分析表明, 维持泥沙悬浮的能量的直接来源是破波带内的波能湍动损耗, 而不是进入破波带的总波能. 换句话说, 维持泥沙悬浮的能量是前者的一个固定比例. 这一结论对近岸带泥沙运动的研究颇有意义. 此外, 刘天修、王志豪在“离岸工程的潮汐保证”一文

中,介绍了建国以后我国沿岸潮汐观测情况,建议充分利用已经竖立的平台,开展系统的潮汐观测,以便为海洋工程设计提供资料。

在波载方面,朱大同、邱大洪在“圆柱形桩列的附加质量分析”一文中,将Chen S.S.(1975)确定有限桩柱列附加质量的级数解法,推广到无限桩柱列情形,从理论上证明了这类解的存在性;并求出此解的存在和唯一性条件。文中的数值结果同Федотовский В.С.(1980)发表的实验曲线很符合,故作者们建议文中理论结果可供设计应用。任佐皋在“波浪和水流对孤立桩柱共同作用力的计算”一文中,从流体动力学基本理论研究着手,采用液体示踪剂、照相机间歇曝光摄影等新方法,对波、流运动场的质点轨迹、流速场等作了比较直观而全面的实验研究。根据实验数据分析得到:波、流场中总水平流速等于原始水流速、水流中波浪质点水平速度和原始波相对平均漂流速度之和。这一结果为应用Morison方程计算波流共同作用于孤立桩柱的流体动力时,提供了正确计算流速的方法。文中通过算例将作者的方法同目前采用的力叠加法、原始波和原始流矢量叠加法进行了比较。结果表明,文中方法所得结果介于后二者之间。严以新在研究生毕业论文“水中圆柱上的波浪力”中,通过理论和实验研究了水中不同高程的水平圆柱体上波浪作用力(包括水平力和铅直力)的最大值及其变化规律,以及波浪与水平圆柱体相互作用的物理过程。申震亚、胡立万在“浮体上波浪力的计算”一文中,用有限元法计算了一个矩形浮体所受的波浪力、附加质量、附加阻尼、附加惯性矩等全部水动力学量,并同Kim等人的结果进行了比较。总起来说,这些结果彼此接近。董吉田在“利用波浪要素联合概率分布确定波列中最大波压力的方法”一文中,通过计算波列中所有单一波浪所对应的波压力,从中选出最大的或对应于某一概率的波压力,以供工程设计使用。还给出了波浪对直墙压力的计算实例。要指出的是,文中没有指出这种估算的实用价值。俞聿修、康海贵在“孤立桩柱上不规则波浪力的数值模拟”一文中,按Bretschneider谱模拟了直径为1.0,1.5,3.0,9.0米的桩柱上的波浪力。对模拟所得的波力过程进行谱估计,分别算出相应的作用力谱。结果表明,即使桩径较小,惯性力谱值一般也大于速度力谱。文中还通过算例比较了数值模拟、特征波法、概率分布法和谱方法,得出了初步看法。

此外,李世山、袁业立等在“海冰物理特征值及其对桩柱作用力的测量”一文中,谈到1970—1974年间在渤海进行的有关测量,包括用非电量、电测法测量浮冰对桩柱的作用力、浮冰漂流速度、与冰作用力有关的浮冰物理特征值。重点介绍了测量方法和仪器。

从以上会议报告来看,我国科技界围绕离岸工程积极开展了海洋动力学方面的研究工作,取得了可喜的进展。结合会上其它有关综述报告、介绍以及笔者个人的了解,从实验设施、科技队伍和原有学术水平来看,我国完全有能力解决近海工程中的流体动力学问题。下面谈几点具体看法:

1. 会议缺少海洋工程流体动力学方面的综述报告,因而从此次会议看不出我国这一学科的概况、发展方向和迫切需要解决的问题。
2. 近岸风况海况是近海工程设计的先决条件之一。目前我国缺乏这方面长期系统的统计资料。为了改变这种被动局面,迫切需要大力加强近岸风况和海况的观测和统计分析。
3. 为了准确预报波况,有必要研究风浪的生成消长和波浪的破碎机理,特别是风和浪的强相互作用。
4. 应该结合我国实际海况,尽早开展近海平台构件(如竖立和水平圆柱)的流体动力学

数的实验室和现场系统测量工作,并积极研究上述系数同有关无因次参数之间的相关式,以便用于设计.

5. 在加强应用研究的同时,应该提倡研究近海平台和其它结构物的,难度较大的流体动力载荷问题,如圆柱的振荡绕流分离、水面的三维非线性效应等课题.

6. 冰载是渤海平台设计的控制载荷,除现场观测外还应筹建实验室进行实验研究.

7. 进一步研究流体和结构物、流体-结构物-土体的相互作用以及风浪流冰的综合作用.

总之,海洋环境是恶劣多变的,海洋工程是一门年青的学科.为了自力更生,可靠而经济地建设我国的近海结构物,要加强集中领导,尽快将设计、应用研究和基础研究的科技队伍组织起来,分工协作,远近结合,迅速提高我国海洋工程流体动力学的水平,提供适合我国实际海况和结构物性状的设计计算方法和设计数据.

## 第2届全国多相流体力学、非牛顿流体力学、 物理-化学流体力学学术会议

由中国力学学会流体力学专业委员会举办的第2届全国多相流体力学、非牛顿流体力学、物理-化学流体力学学术会议于1982年4月17—20日在北京召开.来自全国冶金、化工、石油、动力、水利、建筑、航空、兵工等各部门以及有关高等院校,科学院的43个单位63名代表参加了这次会议.

会议共宣读学术论文42篇,其中非牛顿流体力学14篇,多相流27篇,物理-化学流体力学1篇.会议分成气-固多相流、气-液多相流及非牛顿流三组进行报告交流及讨论.会议发表的论文包括了这些分支学科中理论、计算、实验及应用研究等各方面.多相流方面,由基本理论角度,会上提出了考虑多种耗散因素的多相流基本方程,颗粒群多相流的多连续介质模型等论文,受到与会代表的普遍注意.针对各工程对象或自然现象,一些既有实验观测又有理论分析的研究报告,如气象方面雨滴沉降对大气气流的影响,宇航方面高温高速气流的喷雾冷却和去电离,水工中高速水流挟带气泡规律以及选矿中颗粒运动规律等方面的研究报告,都被认为是很有价值的.实验技术方面会中提出的电解液二相流气泡分布律及声速的观测的报告,引起了与会者极大的兴趣.非牛顿流方面,在理论研究中,非牛顿流体本构方程,粘弹性过渡流等研究论文,受到与会者重视

及好评.以研究高分子及生物流为对象的粘弹性流体锥形收束流的论文,在理论及实验工作上都比较深入细致,给人以深刻的印象.在实验及应用研究方面,诸如含蜡原油及聚合物的传热,聚合物的减阻作用,泥浆流变特性等方面的论文,都反映出这些领域中的显著进展,其成果有重要的实用意义.物理-化学流体力学方面只有一篇论文,反映出这门分支学科在我国至今仍是一个薄弱环节.

会议反映出我国近年来这几门分支学科中研究更加广泛和深入,论文水平较过去有普遍的提高,特别是非牛顿流方面,进展更为显著.

会议还就这三门分支学科的术语及名词的统一问题,今后如何加强学术活动问题交换了看法.会议建议中国力学学会流体力学专业委员会下设多相流体力学、非牛顿流体力学和物理-化学流体力学专业小组,并每隔2至3年召开一次这三门分支学科的学术会议.会议讨论了如何加快发展物理-化学流体力学的问题,就该学科范围及其与其他学科关系,提出了比较一致的初步看法.此外会议还建议两三年内分别由有关单位举办或筹办第二期气-固二相流学习班,气-液二相流学习班,物理-化学流体力学学习班,非牛顿流学习班等,以有利于壮大研究队伍及提高研究水平.

周力行